

Erneuerbare Energien – Sonnenenergie und Biogas

Jost Eberhard



Fotovoltaikanlage in Bonn; im Hintergrund die Bundeskunsthalle

Erneuerbare Energieträger – Wind und Wasser (► Beitrag Klein, Bd. 8), Erdwärme (► Beitrag Rummel/Schellschmidt, Bd. 2, S. 42) sowie Sonnenenergie und Biogas – können einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Energieversorgung, zur Einsparung von fossilen Energieträgern und zur CO₂-Minderung leisten. Das Ziel der Bundesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien bis 2010 zu verdoppeln bzw. ihren Anteil beim Primärenergieeinsatz auf 4,2% und beim Stromverbrauch auf 12,5% zu steigern.

Fotovoltaik – Strom aus Sonnenenergie

Zur unmittelbaren Umwandlung von Sonnenenergie in Strom dient die Fotovoltaik. Die unterschiedlich großen, netzgekoppelten Fotovoltaikanlagen werden meist auf Hausdächern installiert oder auch frei aufgestellt. Sie bestehen im Wesentlichen aus Solarzellen oder Solarmodulen, in denen Gleichstrom entsteht, und einem Wechselrichter, der die Einspeisung in das Stromnetz gewährleistet. Es handelt sich dabei um eine besonders teure Technik, die seit Beginn durch staatliche Förderprogramme subventioniert wird. Man kann vier Entwicklungsphasen unterscheiden ❶:

- (1) Beginn der Marktentwicklung in den 1980er Jahren, u.a. mit größeren Forschungs- und Demonstrationsanlagen auf Pellworm und an der Mosel.
- (2) 1000-Dächer-Programm von Bund und Ländern (ab 1991) mit hohen Investitionszuschüssen; Breitenförderung mit ca. 2200 Anlagen und insgesamt 4 MW Leistung.
- (3) Vorwiegend örtliche Initiativen für eine kostendeckende Vergütung des Solarstroms in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre.
- (4) Das 100.000-Dächer-Solarstromprogramm des Bundes (1999, Kreditfinanzierung) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (2000, Stromvergütung zunächst 50,6 Cent pro kWh) lässt bis Ende 2002 die Zahl der Anlagen sprunghaft auf über 45.000 und die Leistung auf knapp 200 MW ansteigen.

Ohne die finanzielle Förderung und die unterstützende Gesetzgebung der letzten Jahre wäre der Boom der Fotovoltaikentwicklung nicht möglich gewesen. Die als umweltfreundlich und technisch fortschrittlich geltende, wenngleich kostenintensive Technik wird vorwiegend (zu 90%) von Privatpersonen errichtet. Gewerbliche Anlagen, bei denen das Kriterium der Wirtschaftlichkeit stärker im Vordergrund steht, spielen demgegenüber nur eine untergeord-

nete Rolle. Die typische Anlagengröße liegt zwischen 2,5 und 3,5 kW elektrischer Leistung mit einer Solarmodulfläche von rund 25 bzw. 35 m², die sich gut auf dem Dach eines Einfamilienhauses installieren lassen. Der Beitrag aller Fotovoltaikanlagen zur Stromerzeugung in Deutschland war im Jahr 2002 mit schätzungsweise 130 GWh und einem Gesamtanteil von ca. 0,02% außerordentlich gering.

Die Verteilung der Fotovoltaikanlagen ❸ zeigt ein ausgeprägtes Süd-Nord-Gefälle mit einem Schwerpunkt im südöstlichen Bayern. Ein Grund dafür könnte in der unterschiedlichen Intensität der Sonneneinstrahlung zu suchen sein (► Beitrag Anhof u.a., S. 40). Im Süden wurde tatsächlich ein 15-20% höherer solarer Stromertrag als im Norden festgestellt (OPPERMANN 2002). Auch die jeweilige Landes-Energiepolitik spielt eine Rolle. Neben Bayern und Baden-Württemberg hat auch Nordrhein-Westfalen in den 1990er Jahren immer eine Breitenförderung für Fotovoltaikanlagen angeboten. Als relativierende Faktoren sind dagegen das Pro-Kopf-Einkommen (Fotovoltaikanlagen sind teuer!) sowie die Wohneigentumsquote anzuführen, die besonders die niedrigen Werte in den neuen Ländern erklären dürften. Neben dem Süd-Nord-Gefälle gibt es auch ein deutliches Land-Stadt-Gefälle, das zumindest teilweise mit dem hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern im ländlichen Raum zu erklären ist.

Solarthermie – Wärme aus Sonnenenergie

Wärme aus Sonne wird mit thermischen Solaranlagen gewonnen. Diese bestehen im Wesentlichen aus einem Solarkollektor, der die Sonnenwärme sammelt, einem Wärmetauscher, der die gesammelte Wärme auf Wasser überträgt, und einem isolierten Behälter, in dem das warme Wasser bis zu seinem Verbrauch gespeichert wird. Die häufigsten Anlagen haben eine Kollektorfläche von 4-5 m² und können rund 50% der häuslichen Warmwasserbereitung übernehmen. Größere Anlagen mit einer Kollektorfläche von 8-15 m² unterstützen außerdem die Heizung. Darüber hinaus gibt es große Gemeinschaftsanlagen und technisch sehr einfache Solarabsorber für die Wassererwärmung in Freibädern.

Wegen der hohen Investitionskosten ist Wärme aus Sonnenenergie teurer als Wärme aus Öl oder Gas, aber sie ist schadstoff- und CO₂-frei. Dank der staatlichen und teilweise auch kommunalen Förderung hat sich die Zahl der Solaranlagen seit dem Beginn der 1990er Jahre stetig vergrößert. Bewegt sich der Zuwachs zunächst im Bereich von 100.000 m² Kollektorfläche pro Jahr, waren es 1998 schon 350.000 m² ❹. Einen Schub hat ab dem Jahr 2000 das Marktanzreizprogramm des Bundes ausgelöst; so sind allein im Jahr 2001 rund 900.000 m² Kollektorfläche neu installiert worden (STAISS 2003). Die Wärmeausbeute der Solaranlagen lag im Jahr 2002 bei etwa 1500-2000 GWh, was einer Menge von 150-200 Mio. l Heizöl entspricht und den Ausstoß von CO₂ um ca. 50.000 t pro Jahr vermindert.

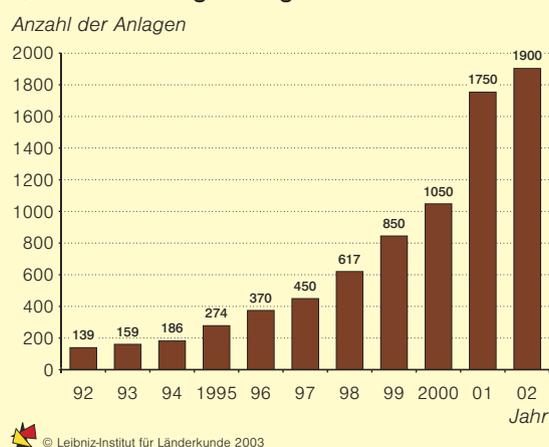
Die räumliche Verteilung der thermischen Solaranlagen ❹ zeigt ebenfalls ein Süd-Nord-, ein West-Ost- und ein Land-Stadt-Gefälle, mit dem Schwerpunkt im süddeutschen Raum. Allein im Raum Nürnberg gibt es so viel Kollektorfläche wie in Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen und dem nördlichen Niedersachsen zusammen. In den neuen Ländern machen sich wieder die geringe Akzeptanz bzw. die fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten bemerkbar; so gibt es im Raum Bamberg zehnmal so viele Anlagen wie im nördlich angrenzenden, thüringischen Bereich von Suhl.

Biogas

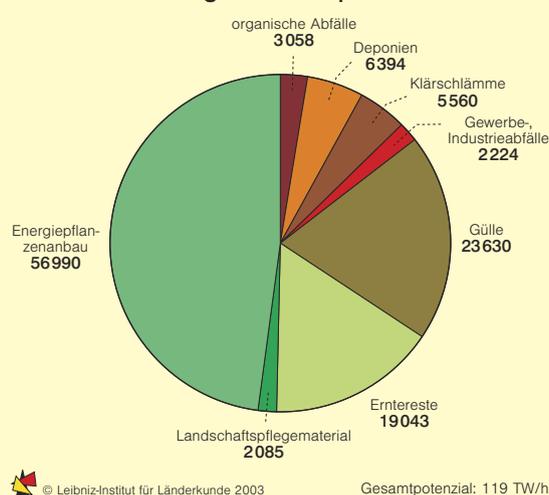
Biogas ist ein Methangasgemisch, das bei der Vergärung von organischen Stoffen entsteht, die meistens aus der Landwirtschaft stammen (Gülle, Fest- und Flüssigmist). Auch Ernterückstände und speziell angebaute Energiepflanzen können mit vergoren werden. Daneben wird in Kläranlagen und auf Müllkippen Klärgas bzw. Deponiegas als Biogas gewonnen. Energiewirtschaftlich sind besonders die erneuerbaren Energieträger aus der Landwirtschaft von Interesse.

Biogasanlagen bestehen aus drei Komponenten: der eigentlichen Gaserzeugung, der Lagerung und der Verwertung. Die Biomasse als Gärsubstrat wird in der Regel in einer Vorgrube gesammelt und homogenisiert. Dann wird sie in einem Gärbehälter, dem Fermenter, →

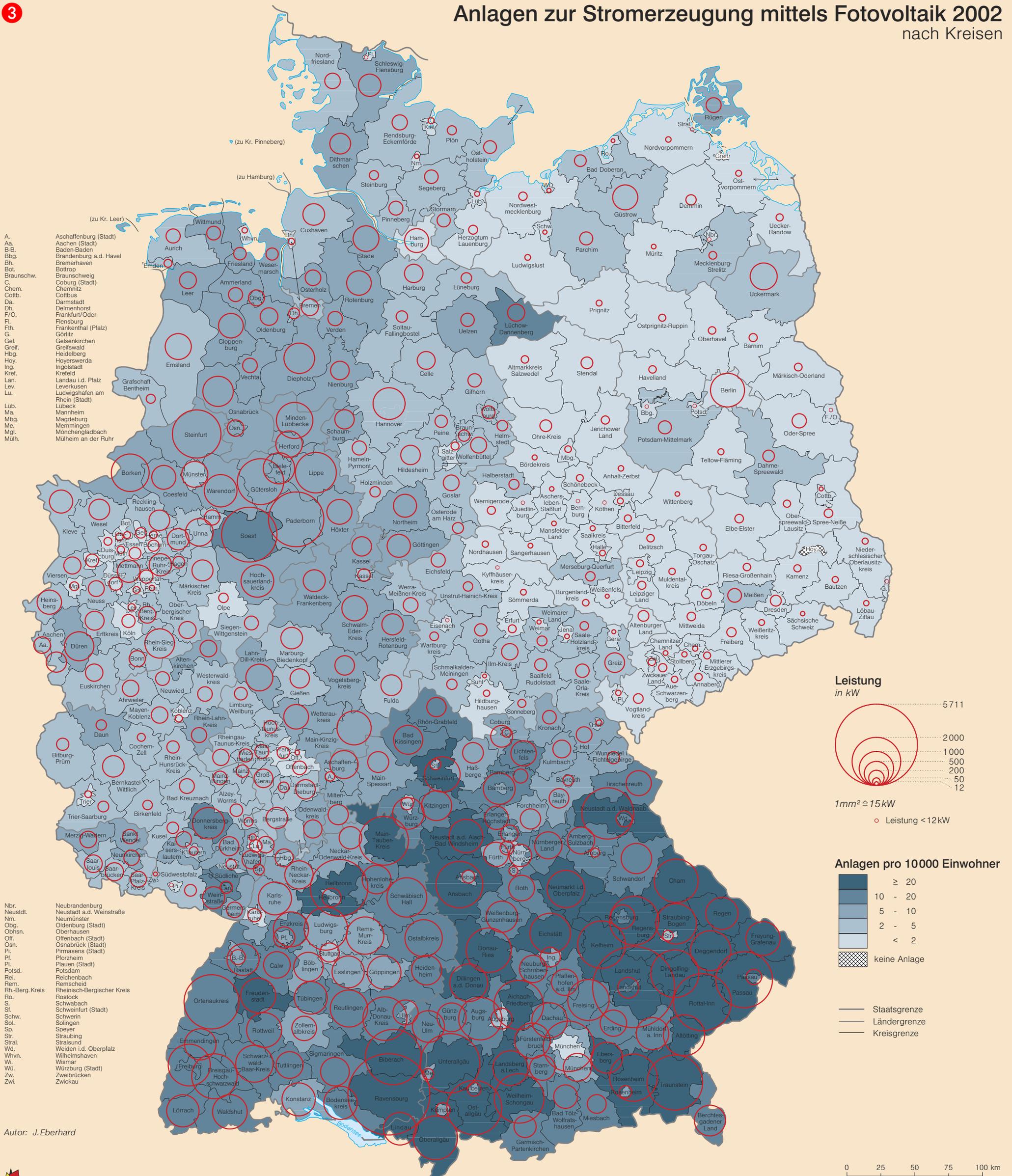
❶ Zahl der Biogasanlagen 1992-2002



❷ Technische Primärenergiepotenziale für Biogas in GWh pro Jahr



Anlagen zur Stromerzeugung mittels Fotovoltaik 2002 nach Kreisen

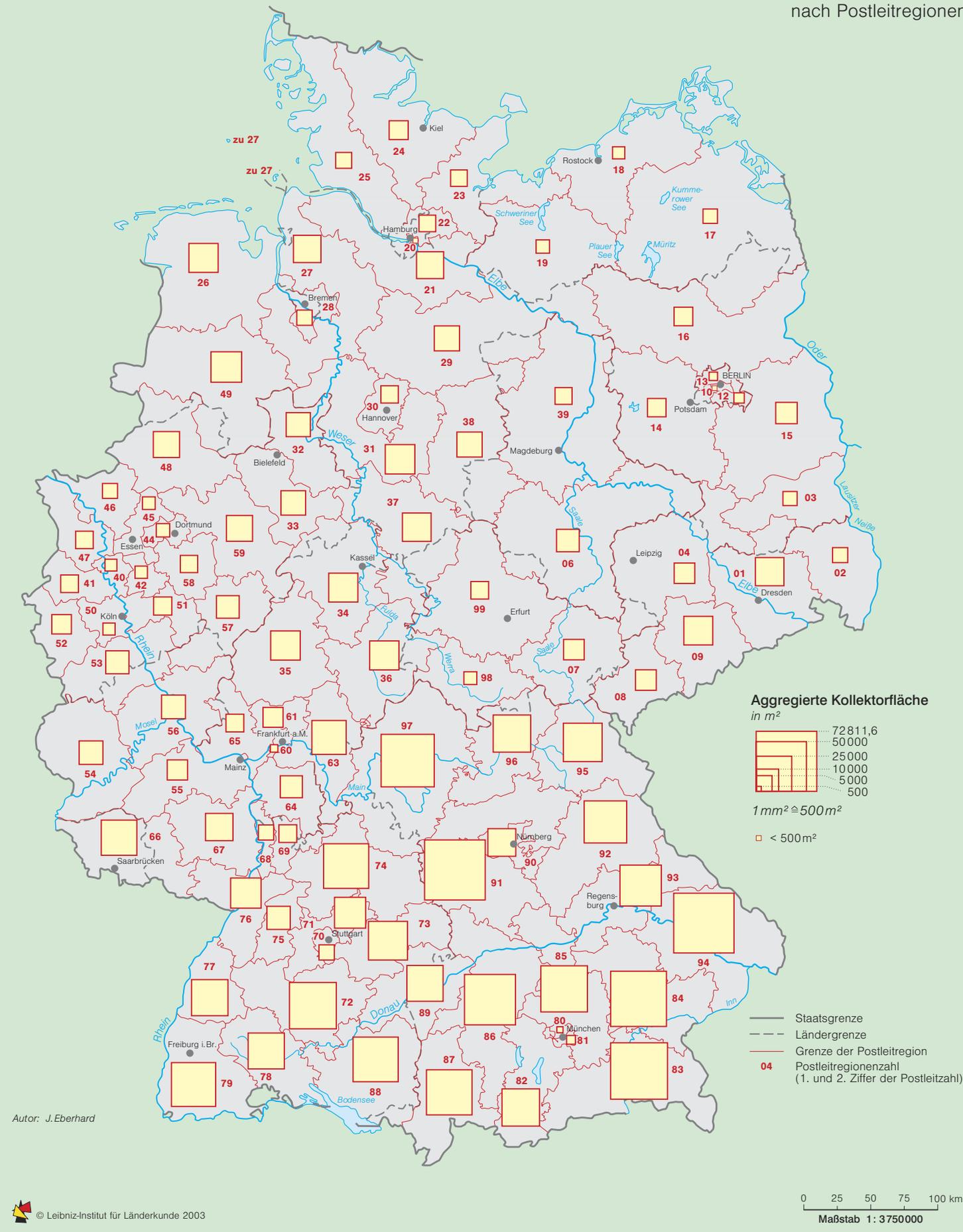


- A. Aschaffenburg (Stadt)
- Aa. Aachen (Stadt)
- B.-B. Baden-Baden
- Bbg. Brandenburg a.d. Havel
- Bh. Bremerhaven
- Bot. Böttingen
- Braunschweig
- C. Coburg (Stadt)
- Chem. Chemnitz
- Cottb. Cottbus
- Da. Darmstadt
- Dh. Delmenhorst
- F./O. Frankfurt/Oder
- Fl. Flensburg
- Fh. Frankfurt (Platz)
- G. Göttingen
- Gel. Gelsenkirchen
- Greif. Greifswald
- Hbg. Hoyerswerda
- Hoy. Ingolstadt
- Ing. Krefeld
- Land. Landau i.d. Pfalz
- Lev. Leverkusen
- Lü. Ludwigshafen am Rhein (Stadt)
- Lüb. Lübeck
- Ma. Mannheim
- Mbg. Magdeburg
- Me. Memmingen
- Mgl. Mönchengladbach
- Mülh. Mülheim an der Ruhr

- Nbr. Neubrandenburg
- Neustdt. Neustadt a.d. Weinstraße
- Nm. Neumünster
- Obg. Oldenburg (Stadt)
- Obh. Oberhausen
- Off. Offenbach (Stadt)
- Osn. Osnabrück (Stadt)
- Pf. Pirmasens (Stadt)
- Pl. Pforzheim
- Pl. Plauen (Stadt)
- Potsd. Potsdam
- Rei. Reichenbach
- Rem. Remscheid
- Rh.-Berg. Kreis Rheinisch-Bergischer Kreis
- Ro. Rostock
- S. Schwabach
- Sf. Schweinfurt (Stadt)
- Schw. Schwerin
- Sol. Solingen
- Sp. Speyer
- Sir. Straubing
- Stral. Stralsund
- Wd. Weiden i.d. Oberpfalz
- Whn. Wilhelmshaven
- Wismar
- Wü. Würzburg (Stadt)
- Zw. Zweibrücken
- Zwi. Zwickau

Autor: J.Eberhard

Sonnenkollektorfläche 2002 nach Postleitregionen



Technische Potenziale sind die Mengen an Primärenergie, die für den Biogasprozess verfügbar gemacht werden können, unabhängig von der Frage, ob eine Biogasanlage auch wirtschaftlich ist und genehmigt werden kann. Wie die Darstellung zeigt, ist das größte Potenzial im gezielten Anbau von Energiepflanzen zu suchen. Aber auch Gülle mit knapp 24.000 GWh und Ernterückstände mit 19.000 GWh – Energieträger, die heute bereits anfallen – bilden ein mächtiges, noch unausgeschöpftes Potenzial.

dem Jahr 2000 erhalten, denn drei Förderkomponenten verbessern seitdem die Wirtschaftlichkeit:

- die Befreiung von der Mineralöl- und damit auch von der Ökosteuer
- das Erneuerbare-Energien-Gesetz, das die Vergütungen für den Strom auf 10 Cent/kWh erhöht hat
- das Marktanzreizprogramm des Bundes mit langjährigen Förderkrediten und anfangs einem Teilschulderlass

Einzelne Länder fördern Biogasanlagen zusätzlich. Die deutlich höheren Werte in Süddeutschland **5** beruhen weniger auf der Verteilung landwirtschaftlicher Betriebe als darauf, dass in Bayern und auch in Baden-Württemberg aufgrund gezielter Beratung schon seit langem im bäuerlichen Bereich kleinere Biogasanlagen gebaut worden sind.

Der Biogas-Boom seit dem Jahr 2000 hat zwei Veränderungen gebracht. Einmal ist die Größe der Anlagen deutlich gestiegen: Vorher lag die durchschnittliche elektrische Leistung im Bereich von 50 kW, 2001 waren es schon fast 200 kW und für 2002 gibt der Fachverband Biogas die mittlere Leistung mit rund 330 kW an. Die zweite Änderung ist bei der räumlichen Verteilung der neuen Anlagen festzustellen. Die meisten neuen Anlagen streuen über das gesamte Bundesgebiet, Nordrhein-Westfalen und die neuen Länder holen auf. Dort entstehen, auch auf Grund der landwirtschaftlichen Betriebsgrößen, viele Biogasanlagen mit hoher Leistung.

Diese neue Entwicklung hat sich von regionalen Impulsen gelöst und wird vor allem von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen getragen. Die breite räumliche Streuung zeigt, dass die erneuerbare Energie Biogas überall genutzt werden kann, wenn die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen. Das gibt Grund zur Hoffnung, dass die großen, ungenutzten landwirtschaftlichen Potenziale in Zukunft und bei steigenden Ölpreisen für die Biogasnutzung erschlossen werden können. ♦

unter Sauerstoffabschluss von Bakterien zersetzt. Das entstehende Biogas wird in einem Tank oder in Folien zwischengelagert. Derzeit verbrennt man das Gas in Blockheizkraftwerken, in Zukunft wird man es möglicherweise auch in das Erdgasnetz einspeisen können.

Mit Biogas sind im Jahr 2002 rund 570 GWh Strom und zusätzlich 1000

GWh Wärme erzeugt worden (STAISS 2003). Damit trug Biogas nur etwa 0,1% zur Stromversorgung in Deutschland bei (AG ENERGIEBILANZEN 2003). Das ist noch sehr wenig, aber es gibt große ungenutzte Möglichkeiten, so dass Fachleute das **technische Potenzial** der Primärenergieträger für die Biogaserzeugung in Deutschland auf 120.000 GWh

jährlich schätzen – das entspricht rund 3% der gesamten Primärenergie.

Die Zahl der Biogasanlagen ist in den 10 Jahren seit 1992 von knapp 150 auf rund 1900 angewachsen **2**. Da zudem von Jahr zu Jahr größere Anlagen gebaut werden, ist die elektrische Leistung noch stärker gestiegen. Einen besonderen Schub hat diese Entwicklung seit

